

Comunidades bentónico-demersales de fondos blandos circalitorales de la bahía de Málaga

Benthic-demersal communities of circalittoral soft bottoms of Málaga Bay

E. Moya (1), J.L. Rueda (2), P. Marina (2), M. Gallardo-Núñez (2), A. Díaz (3), J. Urra (2), J.E. García Raso (1), P. Bárcenas (4), L.M. Fernández-Salas (5), N. López-González (2), J.M. Serna Quintero (2), A. Giráldez (2), T. García (2) & J. Baro (2)

- (1) Universidad de Málaga, Facultad de Ciencias, Campus de Teatinos s/n, 29071, Málaga. Spain. E-mail: emoyaurbano@gmail.com
- (2) Centro Oceanográfico de Málaga, Instituto Español de Oceanografía, Puerto pesquero s/n, 29640 Fuengirola, Málaga. Spain.
- (3) Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Ciencias Biológicas, Madrid (España).
- (4) Universidad de Málaga, Departamento de Análisis Matemático, Facultad de Ciencias, Málaga (España).
- (5) Centro Oceanográfico de Cádiz, Instituto Español de Oceanografía, Puerto pesquero s/n, 11006, Cádiz (España).

Abstract: The Bay of Málaga is located in a biodiversity hotspot with high productivity that favors a wide variety of commercial and non-commercial species as well as fishing fleet types. Benthic and demersal fauna from circalittoral soft bottoms of this bay have been studied using a benthic dredge (8 sampling stations in December 2013) and an otter trawl (8 sampling stations on a seasonal basis). Sediment and water properties have also been studied in order to analyze their relationships with the benthic and demersal communities. A total of 287 spp. have been found, being molluscs and fishes the most diverse and abundant ones in the samples. A low number of species (44 spp.) were only collected with both sampling gears, indicating the importance on combining sampling methods in biodiversity studies. Benthic dredge samples displayed some differences in relation to depth and sediment types, whereas differences of otter trawl samples seemed to be more influenced by seasonal changes. SIMPER analyses indicated that temporal variation was due to seasonal changes of abundance of some species of commercial interest. This seasonal variability should be taken into account in further management of this area as a potential new Fisheries Reserve.

Key words: Málaga Bay, Alborán sea, Benthos, Fisheries resources, soft bottoms

1. INTRODUCCIÓN

La bahía de Málaga se localiza en una zona de alta biodiversidad, como es el Mar de Alborán (Fig. 1), donde confluyen organismos procedente de tres regiones biogeográficas (Lusitana, Mauritana y Mediterránea), (Salas *et al.*, 1984; Templado *et al.* 1993). Esta confluencia biológica se ve además favorecida por el intercambio de masas de agua y larvas entre el Atlántico y el Mediterráneo a través del Estrecho de Gibraltar. Dentro de la compleja hidrografía del Mar de Alborán, en las costas malagueñas, se producen afloramientos de aguas profundas, frías y ricas en nutrientes, principalmente por acción de los vientos de componente norte y oeste, lo cual resulta en una fuerte producción primaria (Sarhan *et al.*, 2000). Debido a ello, la bahía de Málaga alberga una alta biodiversidad de especies, incluyendo especies de interés pesquero, cuyos patrones de distribución espacial y variabilidad estacional han sido poco estudiados (Cano & García 1982; Salas *et al.* 1984; Díaz *et al.*, en prensa).

La presencia de poblaciones de especies de interés pesquero, tanto pelágicas como bentónico-demersales, favorece una importante, aunque decreciente, industria pesquera en la bahía de Málaga (Camiñas *et al.*, 2004). Algunas especies comerciales encuentran zonas propicias para su reproducción y desarrollo larvario dentro de esta bahía, como es el caso de la sardina (*Sardina pilchardus*) y el boquerón (*Engraulis encrasicolus*), mientras que otras se benefician de características ambientales que propician su crecimiento en estadios adultos, como ocurre con el jurel (*Trachurus* spp.) (Rodríguez, 1990; Marina *et al.*, 2014). La bahía representa un área de pesca tradicional frecuentada por las flotas de Málaga, Fuengirola y La Caleta de Vélez, donde coexisten las flotas de arrastre, cerco y artesanal, las cuales se dirigen a la explotación de recursos demersales (*Merluccius merluccius*, *Liocarcinus depurator*, *Alloteuthis* spp y *Octopus vulgaris*), pequeños pelágicos (*Trachurus trachurus* y *T. mediterraneus*) y moluscos bivalvos (*Donax*

trunculus, *Chamelea gallina* y *Callista chione*), entre otros (Baro *et al.*, 2015).

A pesar de la importancia biológica del Mar de Alborán, la información espacial y temporal sobre las comunidades de fondos blandos circalitorales es escasa (Templado *et al.*, 1993; Marina *et al.*, 2015). Este estudio tiene como objetivo realizar una caracterización espacio-temporal de la composición y estructura bentónico-demersal de la bahía de Málaga, y de sus recursos pesqueros, en el marco de los proyectos “Estudio previo para la protección, ordenación y determinación de una reserva de pesca en el área marítima de la Bahía de Málaga” (REMAN-REMALA) y “Transporte de sedimentos en la plataforma continental de Andalucía oriental: Observación multiescalar, modelado y simulación numérica (TESELA)”.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se ha desarrollado en la plataforma continental de la bahía de Málaga, entre la Punta de Calaburras (36° 30' 24" N, 04° 38' 17" W) y la Punta de Vélez Málaga (36° 43' 33" N, 04° 06' 17" W), comprendiendo una superficie de 278 km² (Fig. 1). Se han estudiado 42 muestras biológicas recolectadas en 8 puntos de muestreo, entre 40 y 80 metros de profundidad a bordo del B/O Francisco de Paula Navarro. Para ello se usaron dos métodos de muestreo diferentes: (1) una draga de arrastre (DA) (42x22cm, luz de malla de 4mm, arrastres durante 5 minutos a 1,8 nudos. Área muestreada 117m²) en diciembre del 2013 para la fauna bentónica; (2) un arte de arrastre con puertas (AP) de tipo GOC-73 (16-18m de abertura horizontal y 2,7-3,2m de abertura vertical y 20mm de malla en el copo, durante 30 minutos a 3 nudos. Área muestreada ~ 50.000 m²) en diciembre del 2013 y, además, en febrero, mayo y agosto del 2014 para la fauna demersal.

Las mediciones de salinidad y temperatura se realizaron empleando un CTD tipo SBE-37 en cada uno de los puntos de muestreo y estaciones del año. Las muestras de sedimento superficial se obtuvieron con una draga Box-corer (10x17 cm y 37 cm de penetración máxima) y una draga Shipeck. La fracción gruesa (> 63 µm, arena y grava) se recogió y separó por tamaños mediante tamizado en seco, mientras que la fracción fina (< 63 µm, limo y arcilla), se estudió en un analizador de tamaño de partículas por rayos-X (SediGraph III 5120, Micromeritics®). La determinación del porcentaje de materia orgánica se realizó mediante el método del LOI (Loss on ignition).

Para la caracterización de especies, se calculó la dominancia en base a su abundancia y su biomasa (sólo muestras recolectadas con AP) y la frecuencia de aparición en el total de muestras recolectadas con

cada arte y en cada estación del año (sólo para muestras de AP). Además para cada muestra se calculó la riqueza específica, la diversidad de Shannon-Wiener y el índice de equirrepartición. Los datos cuantitativos (abundancia) fueron sometidos a técnicas multivariantes de clasificación (CLUSTER) y ordenación (nMDS), usándose el índice de similitud de Bray & Curtis. Las diferencias entre grupos de muestras de distintas profundidades, tipos de sedimento y épocas del año se estudiaron mediante un análisis de similitud (ANOSIM). El análisis SIMPER se utilizó para evaluar la contribución de las especies en las diferentes agrupaciones de muestras. Estos procedimientos estadísticos se desarrollaron con el software PRIMER v6.0.

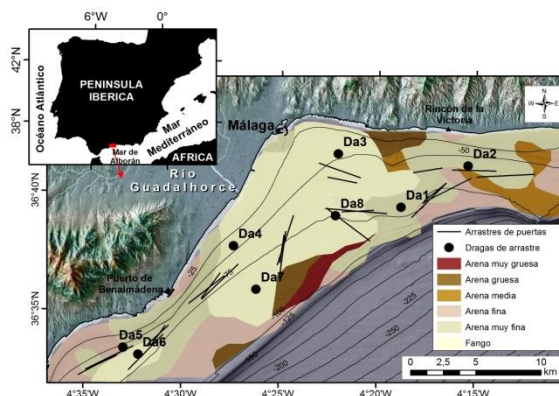


Fig. 1. Área de estudio, puntos de muestreo y principales tipos de sedimento presentes en la bahía de Málaga.

3. RESULTADOS

Se han recolectados un total de 153.058 ejemplares pertenecientes al menos a 287 especies y 11 filos. Los moluscos es el grupo más diverso con 77 spp. (26,8%), seguido por peces (70 spp., 24,4%), crustáceos (46 spp., 16%), anélidos (35 spp., 12,2%), cnidarios (25 spp., 8,7%), equinodermos (18 spp. y 6,27%), ascidias (7 spp., 2,43%), nemertinos (3 spp., 1,05%), platelmintos (2 spp. 0,7). Los grupos más abundantes fueron los peces (73% del total), fundamentalmente las especies *Trachurus trachurus*, *Capros aper* y *Boops boops*, seguido de los moluscos (12,6%), fundamentalmente *Octopus vulgaris*, *Alloteuthis* spp. y *Venus nux*. Otros grupos con menor contribución fueron, los crustáceos (9,4%), dominando el decápodo *Liocarcinus depurator* y los anélidos (3,4%), dominando *Spiochaetopterus* cf. *costarum*, estando el resto de los grupos representados con menos de 1% de abundancia.

La mayoría de las especies se han obtenido con los lances de AP (189 spp., 65,9% del total recolectado), especialmente las del grupo de los peces (70 spp.). Por otro lado, en las muestras obtenidas con DA se han capturado 139 spp. (48,4%) repartidas en 9 filos, siendo los moluscos (48 spp.), crustáceos (34 spp.) y anélidos (30 spp.) los grupos mejor representados.

Sólo 41 especies (14,3%) han sido capturadas con ambos artes de muestreo, pero mostraron diferencias en sus abundancias (ej. peces más abundantes en AP, invertebrados endofaunales de pequeño tamaño más abundantes en DA) (Fig. 2). El número de especies recolectadas exclusivamente en los lances de AP son 148 spp., fundamentalmente peces (62 spp., 41,9%), mientras que 98 spp. sólo se detectaron en los muestreos de DA (ej. platelmintos y nemertinos).

El grupo dominante en abundancia en las muestras de AP fueron los peces, fundamentalmente *Capros aper* (79564 ind.), seguido de *T. trachurus* (8458 ind.). Los moluscos *Alloteuthis media* y *A. subulata* (14179 ind.), seguido del crustáceo *Pleisionika heterocarpus* (8109 ind.) y el anélido *Spiochaetopterus cf. costarum* (3708 ind.). En DA, los anélidos fueron el grupo dominante, fundamentalmente *S. cf. costarum* (15,7%)(884 ind.), seguidos de los crustáceos, fundamentalmente *Philocheas bispinosus* (15,4%) (865 ind.) y los anfípodos (336 ejemplares). Respecto a los valores de biomasa, los grupos dominantes en AP fueron los peces (68,7%), moluscos (19,8%) y crustáceos (6,1%). El grupo de los peces estuvo dominado por *T. trachurus* (18,4%), seguido por *C. aper* (13,3%), *B. boops* (3,3%), *Buglossidium luteum* (3,2%), *M. merluccius* (2,8%), *T. mediterraneus* (2%), *Trachinus draco* (1,9%) y *Mullus barbatus barbatus* (1,9%). Entre los moluscos destacaron *O. vulgaris* (11%), *Alloteuthis* spp. (3,1%), *V. nux* (2,4%) y *Eledone moschata* (0,71%). Los crustáceos dominantes fueron *L. depurator* (4,1%), *P. heterocarpus* (1,1%) y *Dardanus arrosor* (0,5%).

El análisis multivariante reveló la existencia de 3 agrupaciones de muestras de DA, con una mayor influencia de la profundidad y del tipo de sedimento, pero sin llegar a mostrar claras diferencias significativas ($R_{ANOSIM} = 0,26-0,30$; $p=0,15$). Para los lances de AP, las diferencias más significativas se observaron en relación a la profundidad ($R_{ANOSIM}=0,372$; $p<0,001$) y la estación del año ($R_{ANOSIM}=0,331$; $p<0,005$). El análisis SIMPER con datos de abundancia mostró que las especies involucradas en las diferencias estacionales fueron fundamentalmente *Alloteuthis* spp (máximos en verano y otoño), *Capros aper* (máximo en otoño), *Trachurus trachurus* (máximos en otoño e invierno) y *Aphia minuta* (máximo en primavera y verano).

4. DISCUSIÓN

La biodiversidad registrada en los fondos blandos circalitorales de la bahía de Málaga es similar a la de otras zonas del Mar de Alborán (Marina *et al.*, 2015), y mayor a la registrada en hábitats similares tanto del Atlántico (Bolam *et al.*, 2008) como del Mediterráneo (Labruno *et al.*, 2008; Mastrototaro *et al.*, 2008). Esto probablemente está asociado con la ubicación de la

Bahía de Málaga, en una zona de confluencia faunística, y por sus singulares características oceanográficas, con afloramientos de aguas frías y ricas en nutrientes y plancton que favorecen buenas condiciones para el desarrollo de poblaciones de especies filtradoras sésiles (ej. pennatuláceos, bivalvos), de estadios larvarios de peces (Vargas-Yáñez & Sabates, 2007), y a su vez de recursos pesqueros en la zona.

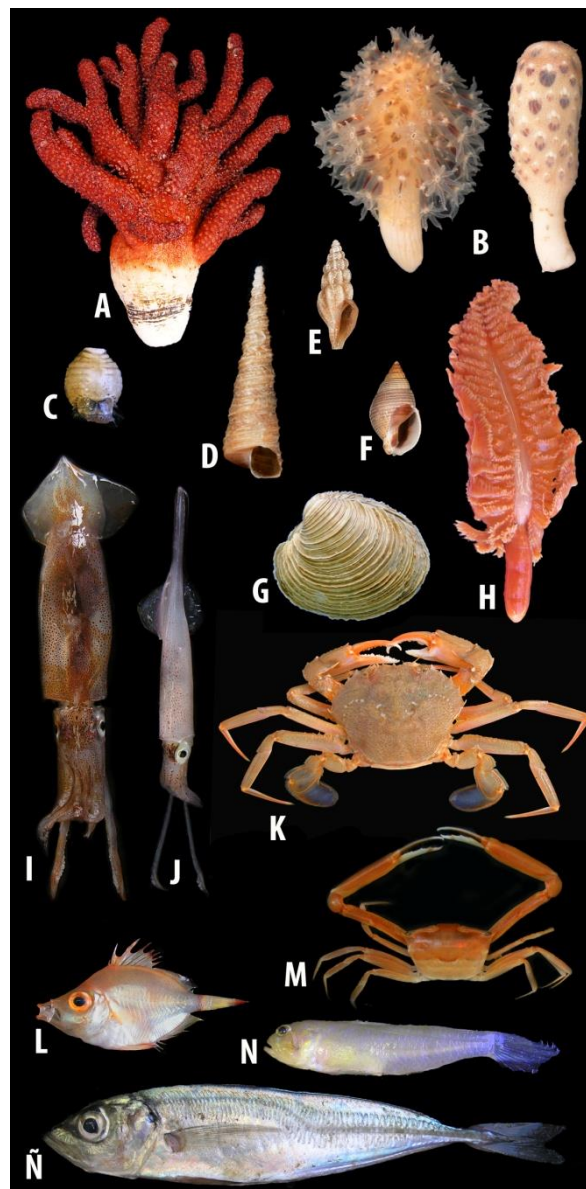


Fig. 2. Algunas especies frecuentes o abundantes en fondos blandos circalitorales de la Bahía de Málaga. (A) *Alcyonium palmatum*; (B) *Veretillum cynomorium*; (C) *Sternaspis scutata*; (D) *Turritella communis*; (E) *Sorgenfreispira brachystoma*; (F) *Nassarius ovoideus*; (G) *Venus nux*; (H) *Pennatula rubra*; (I) *Illex coindetii*; (J) *Alloteuthis* spp.; (K) *Liocarcinus depurator*; (L) *Capros aper*; (M) *Goneplax rhomboides*; (N) *Lesueurigobius suerii*; (Ñ) *Trachurus trachurus*.

Otro factor que favorece la presencia de una mayor biodiversidad que la hallada en otras zonas del Atlántico y del Mediterráneo es la heterogeneidad del sedimento de los fondos blandos de la Bahía de

Málaga, con diferentes tamaños de grano y abundando los de grano fino (arena muy fina y fango) (Fig. 1). Esta distribución sedimentaria está ligada a los aportes fluviales de uno de los mayores ríos de esta zona, el Río Guadalhorce (Fig. 1), que puede influir en la distribución espacial de las comunidades bentónicas. Finalmente, indicar que el uso de diferentes métodos de muestreo generalmente resulta en listados faunísticos con altos números de especies, debido a la captura de especies con diferentes nichos ecológicos.

Como se ha observado en estudios similares, los moluscos, peces y crustáceos son los grupos más diversos y abundantes (Marina *et al.*, 2015). Las dominancias de ciertas especies pueden variar estacionalmente (Díaz *et al.*, 2015), algo que se documentado en otras zonas de España, y que ha de tenerse en cuenta en el Plan de Gestión de la futura reserva de pesca. En la bahía se producen estacionalmente cambios de temperatura, salinidad (debido al aporte fluvial durante época de lluvias y afloramientos), producción primaria, actividad antrópica (pesquería, turismo) y del patrón de circulación costera, que junto con la propia biología de las especies, resultan en cambios de la composición y estructura de las comunidades.

Las capturas de especies pesqueras obtenidas en el presente estudio no son muy altas, lo que podría ser una señal de sobrepesca en la bahía de Málaga. Esto podría tener consecuencias para la flota pesquera, cuyas principales capturas son de boquerón y sardina (52,2% de la facturación), pulpo de roca (9,7%) y moluscos bivalvos (7,7%) (Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural, 2013). Por lo tanto, se hace necesario mejorar el conocimiento tanto de las especies comerciales como de las comunidades faunísticas de la bahía de Málaga, con el objetivo de lograr una mejor gestión de los recursos y una mejora de la conservación de la biodiversidad marina dentro de esta zona del mar de Alborán.

Agradecimientos

Este estudio se enmarca en los proyectos REMAN-REMALA y TESELA financiados por la Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural y la Consejería de Economía, Innovación, Ciencia y Empleo de la Junta de Andalucía, respectivamente. Agradecemos la colaboración del capitán y la tripulación de los B/O *Francisco de Paula Navarro* e *Isla de Alborán*, así como de un gran número de compañeros del Centro Oceanográfico de Málaga que han participado en las campañas y en el procesado de las muestras.

REFERENCIAS

Baro, J., Serna-Quintero, J.M., García, T. *et al.* (2015). Distribución especial de flotas pesqueras en una futura Reserva de pesca en la bahía de Málaga (Noroeste del

Mar de Alborán) MIA 21-23 septiembre, 2015. Málaga (Spain). (En este volumen de MIA).

Bolam, S.G., Eggleton J., Smith, R. *et al.* (2008). Spatial distribution of macrofaunal assemblages along the English Channel. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 88, 675-87.

Camiñas, J.A., Baro, J. & Abad, R. (2004). La pesca en el Mediterráneo andaluz. *Servicio de publicaciones de la Fundación Unicaja*, 270 pp.

Cano, J. & García, M.T. (1982). Resultados preliminares del estudio del bentos en la bahía de Málaga. *Oecologia Aquatica*, 6, 107-117.

Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural, 2013. Empleo pesquero en Andalucía 2013. Departamento de Mercados Pesqueros. *Subdirección de Gestión de Recursos e Infraestructuras*. Junta de Andalucía.

Díaz, A., Gallardo, M., Moya, E. *et al.* (2015). Variabilidad temporal y espacial de moluscos de fondos blandos circalitorales de la Bahía de Málaga. *Temas de Oceanografía*, Instituto Español de Oceanografía. (En prensa).

Labrune, C., Grémare, A., Amouroux, J.M. *et al.* (2008). Structure and diversity of shallow soft-bottom benthic macrofauna in the Gulf of Lions (NW Mediterranean). *Helgoland Marine Research*, 62, 201-214.

Marina, P., Tendero, G., Rodríguez, J.M. *et al.* (2014). Estudio de la comunidad ictioplanctónica durante la época de reproducción de la sardina (*Sardina pilchardus*) en la Bahía de Málaga (Sur de España). SIEBM 2th-5th September, 2014. Gijón (Spain).

Marina, P., Rueda, J.L., Urra, J. *et al.* (2015). Sublittoral soft bottom assemblages within a Marine Protected Area of the northern Alboran Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* doi:10.1017/S0025315414002082

Mastrototaro, F., Giove, A., D'onghia, G. *et al.* (2008). Benthic diversity of the soft bottoms in a semi-Enclosed basin of the Mediterranean Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 88, 247-252.

Rodríguez, J.M. (1990). Contribución al conocimiento del ictioplancton del mar de Alborán. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, 6, 1-20.

Sarhan, T., García Lafuente, J., Vargas, J.M. *et al.* (2000). Upwelling mechanisms in the northwestern Alborán Sea. *Journal of Marine Systems*, 23, 317-331.

Salas, C., García Raso, J.E. & López-Ibor, A. (1984). Estudio del macrobentos infralitoral (Mollusca, Crustacea decapoda y Echinodermata) de la Bahía de Málaga (España). IV Simposio Ibérico de Estudios de Bentos Marino, 1, 123-146.

Templado, J., Guerra, A., Bedoya, J. *et al.* (1993). Fauna marina circalitoral del Sur de la Península Ibérica. Resultados de la campaña oceanográfica "Fauna 1". Museo Nacional de Ciencias Naturales/Consejo Nacional de Investigaciones Científicas, Madrid.

Vargas-Yáñez, M. & Sabatés, A. (2007). Mesoscale high-frequency variability in the Alborán Sea and its influence on fish larvae distributions. *Journal of the Marine Systems*. 68, 421-438.